

Jarosław DIAKUN
Katedra Procesów i Urządzeń Przemysłu Spożywczego
Politechnika Koszalińska

Przegląd, systematyka i analiza metod mycia

Streszczenie

W artykule uporządkowano i zaproponowano klasyfikację zakresu działań, metod i obiektów, dotyczących mycia w przemyśle spożywczym. Zestawiono i scharakteryzowano obiekty poddawane myciu. Uporządkowano metody i techniki mycia ze względu na sposób i czynniki oddziaływania, organizację procesu, stosowany sprzęt i wyposażenie techniczne oraz sposób realizacji procesu mycia. Opracowane zestawienia i klasyfikację zobrazowano graficznie.

Słowa kluczowe: przemysł spożywczy, mycie, czynniki mycia, metody mycia, techniki mycia

Review, scheme and cleaning methods analysis

Summary

In this work a scope of activities, methods and objects for cleaning in the food industry was classified and organized. An objects subjected to cleaning was presented and characterized. A cleaning methods and techniques were sorted, because of the manner and impact factors, the process organization, used technical equipment and method of the cleaning process implementation. A developed compilations and classification were illustrated graphically.

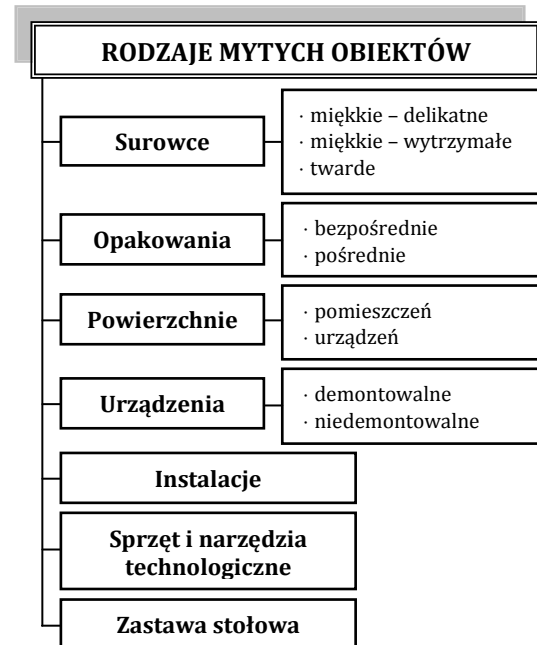
Key words: food industry, cleaning, cleaning agents, methods of cleaning, cleaning techniques

Wstęp

Mycie związane jest z aktywnym oddziaływaniem na mytą powierzchnię, celem usunięcia z niej zabrudzeń, utrzymania w czystości i zapewnienia sterylności. Są to bardzo ważne aspekty działań w obszarze technologii i produkcji żywności. Mycie, będące zespołem czynności, zabiegów, działań organizacyjnych, występuje we wszystkich branżach przemysłu spożywczego. W przemyśle spożywczym dotyczy bardzo wielu obiektów zróżnicowanych, co do postaci np. delikatny owoc truskawki lub duża instalacja przetwarzania mleka. Może dotyczyć pojedynczych obiektów lub dużej (masowej) ilości przedmiotów. Związane jest ze stosowaniem różnych technik i wymaga różnych działań organizacyjnych. W literaturze występują próby usystematyzowania i klasyfikacji metod, technik i organizacji mycia (Douglas 2001; Wilson 2003; Ozbay, Demirer 2007; Fryer, Asteriadou 2009), jednak są one zwykle podejmowane dla wąsko określonego zakresu obiektów, działań lub analiz. Często charakteryzują się niespójnością klasyfikacyjną. Wymieniane i porządkowane są metody, czynniki oddziaływające, rodzaje urządzeń lub sprzętu, przy niejednorodnych lub nieokreślonych kryteriach. Zwykle są to klasyfikacje niepełne i niespójne.

Celem opracowania jest uporządkowanie metod i technik mycia, przy możliwie pełnym przedstawieniu obszaru jego stosowania, w przemyśle spożywczym. Nie uwzględnia ono specyfiki mycia i oczyszczania powierzchni w innych przemysłach, np. maszynowym, gdzie realizowane jest mycie po wyciekach olejowych, usuwanie starych powłok lakierniczych, itp. Nie obejmuje również, zespołu działań związanych z utrzymaniem higieny osobistej oraz zapewnieniem czystości odzieży roboczej, mimo, że są to bardzo ważne aspekty higieny w zachowaniu bezpieczeństwa higieniczno – sanitarnego produkcji w przemyśle spożywczym.

Opracowanie jest autorskie, a literatura powoływana w tekście ma charakter uzupełniający. Wymienione metody, techniki i przykłady, zostały tylko zasygnalizowane, a odsyłacze do literatury wskazują opracowania rozwijające lub uszczegóławiające omawiane zagadnienia.



Rys. 1. Klasyfikacja mytych obiektów

Fig. 1. Classification of cleaning objects

Charakterystyka mycia ze względu na rodzaj mytych obiektów

Na rysunku 1 przedstawiono grupy obiektów poddawanych myciu w przemyśle spożywczym. Ze względu na charakterystykę materiałowo – techniczną oraz uwarunkowania techno-

logiczne, wymagają one specyficznych technik mycia i oddziaływania czynników myjących.

Surowce spożywcze: Do mycia surowców spożywczych, nie można stosować chemicznych środków myjących. Ośrodkiem, w którym prowadzone jest mycie, może być tylko woda, o parametrach zdatności do picia i temperaturze normalnej. Wyjątkami stosowania wody technicznej, są przypadki mycia buraków cukrowych i ziemniaków na etapie ich przyjęcia. Metody mycia surowców, zależą przede wszystkim, od wrażliwości na uszkodzenia, które mogą nastąpić w trakcie mycia. Ze względu na możliwą intensywność oddziaływania mechanicznego, wyróżnić można surowce bardzo wrażliwe, takie jak, owoce truskawek, surowce miękkie, ale z możliwością intensywnego oddziaływania mechanicznego – przykładowo mycie ryb, tusz wieprzowych, oraz surowce twarde, do których zliczyć można warzywa okopowe, poddawane intensywnemu ocieraniu podczas mycia i czyszczenia (Lewicki 1982; Chwiej 1984).

Opakowania: Ze względu na kontakt opakowań z produktem spożywczym i związane z tym wymagania odnośnie stanu sterylności, wyróżnić można opakowania bezpośrednio stykające się z produktem i opakowania pośrednio. Opakowania bezpośrednie, takie jak, butelki, pojemniki na mięso, muszą być podczas mycia nie tylko oczyszczone z zabrudzeń, ale również poddane operacji sterylizacji. Charakterystycznym uwarunkowaniem mycia opakowań jest ich duża ilość i wymagana, w związku z tym, duża wydajność operacji mycia. Przykładowo, linie napełniania piwa osiągają wydajność 60 000 butelek na godzinę.

Powierzchnie: Wymienić tu należy mycie powierzchni: hal produkcyjnych (posadzek i ścian); blatów i stołów produkcyjnych; zewnętrznych powierzchni urządzeń; dużych basenów produkcyjnych i zbiorników. Obiekty te, występują we wszystkich zakładach przetwórstwa spożywczego, zatem w celu utrzymania ich w czystości, podlegają myciu. Charakterystyczne cechy tych obiektów, warunkujące stosowane metody i sprzęt do mycia, to ich duże powierzchnie, stabilność oraz stacjonarność (Piątkiewicz 1994; Harrington 2001; Kunze 2010).

Urządzenia technologiczne: Ich powierzchnie, zwłaszcza bezpośrednio kontaktujące się z produktem spożywczym, wymagają oczyszczenia, mycia i dezynfekcji, po przetworzeniu partii surowca, zakończeniu okresowej pracy urządzenia lub po wyznaczonym czasie w systemie produkcji ciągłej. Urządzenia produkcyjne są najczęściej złożonymi i skomplikowanymi mechanizmami. Warunkiem ich stosowania w przetwórstwie spożywczym, jest ich dostosowanie do możliwości mycia. Ze względu na warunki, w jakich prowadzony jest proces ich higienizacji, wyróżnić można urządzenia lub ich zespoły, które są niedemontowane, demontowalne lub częściowo demontowalne. Elementy lub zespoły elementów, są rozmontowywane i dopiero w tej postaci poddawane procesowi mycia ręcznego lub mechanicznego, przy użyciu różnego rodzaju myjek. Przykładowo, różnego rodzaju mieszadła, myte są ręcznie, podczas, gdy komora miesiarki lub wnętrza zbiornika, myte są na miejscu (Douglas 2001; Harrington 2001; Piepiórka i in. 2009; Kunze 2010).

Instalacje: W przemyśle spożywczym dąży się do hermeticznego zamknięcia ciągów technologicznych w instalacje. Poszczególne urządzenia łączy się systemem rur lub za-

mkniętych przenośników, w taki sposób, aby ochronić przetwarzany surowiec i produkt przed zanieczyszczeniami z zewnątrz. Stwarza to korzystne warunki zapewniające higieniczną produkcję, jednak i takie hermetyczne instalacje wymagają mycia po przetworzeniu określonej partii surowca lub po okresie przestoju. Brak bezpośredniego dostępu, jest zaletą w zabezpieczeniu produktu, jednak stwarza trudności przy ocenie stanu czystości, co po dłuższym okresie użytkowania może doprowadzić do skażenia mikrobiologicznego. Konieczność mycia tego typu instalacji wymaga stosowania specjalnych technik mycia. Najczęściej proces ten odbywa się w przepływie i tylko okresowo realizowany jest demontaż (de Jong 1998; Douglas 2001; Mercadé-Prieto 2007; Kunze 2010).

Sprzęt i narzędzia technologiczne: Jako wyposażenie w produkcji, w niektórych operacjach i liniach technologicznych, stosuje się duże ilości drobnego sprzętu pomocniczego i narzędzi. Przykładowo, są to kije wędzarnicze, formy serowarskie, haki i rozpieracze w liniach uboju. Mobilnym wyposażeniem są pojemniki technologiczne i wyposażenie kuchni w gastronomii. Sprzęt i narzędzia wymagają mycia po każdorazowym użyciu i ponownym włączeniu do procesu produkcyjnego. W liniach technologicznych o działaniu ciągłym, pod względem organizacyjnym, mycie sprzętu technologicznego (np. haki w liniach ubojowych lub formy w liniach serowarskich) jest fragmentem linii technologicznej. Organizowane są również gniazda, strefy lub pomieszczenia do mycia sprzętu technologicznego (Douglas 2001; Harrington 2001; Kunze 2010).

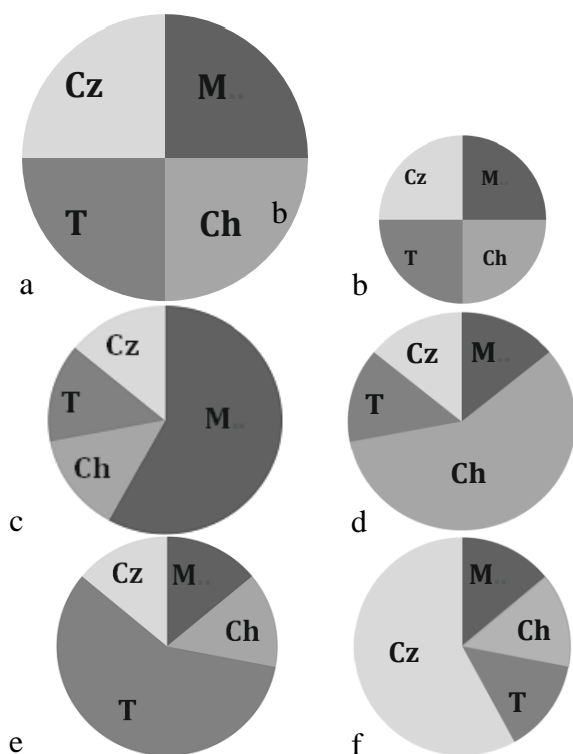
Zastawa stołowa: jest specyficznym wyposażeniem zakładów gastronomicznych. Występują tu duże ilości podobnych przedmiotów tj. talerze, sztućce. Ponadto, ze względu na specyfikę mycia i delikatność mytych naczyń, wyróżnia się również szkło gastronomiczne, do którego należą kieliszki i szklanki. Przy dużych ilościach zastawy stołowej lub częstej rotacji w czasie dnia, np. w stołówkach, stosuje się ciągłe linie zmywania naczyń. Natomiast przy mniejszych ilościach, organizuje się pomieszczenia mycia ze zmywarkami komorowymi, działającymi okresowo. Przy myciu zastawy stołowej, bardzo ważnym zagadnieniem jest stosowanie sterylizacji w programie mycia oraz otrzymanie lśniącej, błyszczącej powierzchni zastawy stołowej, po umyciu i wysuszeniu.

Mycie ze względu na charakter oddziaływania czynników mycia

W procesie mycia uwzględnia się oddziaływanie czterech podstawowych czynników: mechaniczne (**M**), chemiczne (**Ch**), temperatura (**T**), czas (**Cz**).

Oddziaływanie mechaniczne polega na zeszkrobywaniu, ocieraniu, uderzaniu strumieniem cieczy lub intensywnym jej przepływie i wyrażane jest w postaci naprężeń ścinających. Oddziaływanie chemiczne to: działanie cieczy, jako rozpuszczalnika, działanie związków powierzchniowo aktywnych, posiadających jednocześnie grupy hydroksylowe i hydrofobowe, aktywne działanie związków chemicznych, jako reagentów (alkalicznych i kwaśnych) w stosunku do zabrudzeń. Temperatura i czas są naturalnymi parametrami charakteryzującymi otoczenie i warunki mycia (Changani i in. 1997; Christian, Fryer 2003).

Cztery wymienione czynniki występują równocześnie w procesie mycia. W zależności od stosowanych technik mycia, może się zmieniać aktywność lub istotność oddziaływania poszczególnych czynników. Bardzo trafnie sumaryczne oddziaływanie czynników przedstawił Sinner w postaci koła (koło Sinnera). W sumie cztery czynniki dają całkowity (100%) efekt mycia. Ze względu na to, że żaden z czynników nie może być pominięty, czyli żadnemu nie można przyporządkować zerowego oddziaływania, efekt mycia powinien być traktowany, jako iloczyn (zerowanie jednego z czynników daje efekt zerowy). Mimo tej uwagi uważam, że graficzne – symboliczne przedstawienie działania czynników mycia, w postaci koła, jest bardzo trafne. Taka forma graficzna pozwala wyrazić bardzo wiele aspektów procesu mycia. Zaprezentowano to w postaci szeregu kół na rysunku 2.



Rys. 2. Koła Sinnera czynników mycia: M – czynniki mechaniczne, Ch – oddziaływanie chemiczne, Cz – czas, T – temperatura. a) zrównoważone; b) zrównoważone z mniejszym nakładem energii, z zaznaczeniem aktywnie oddziaływującego czynnika; c) mechanicznego; d) chemicznego; e) temperatury; f) czasu

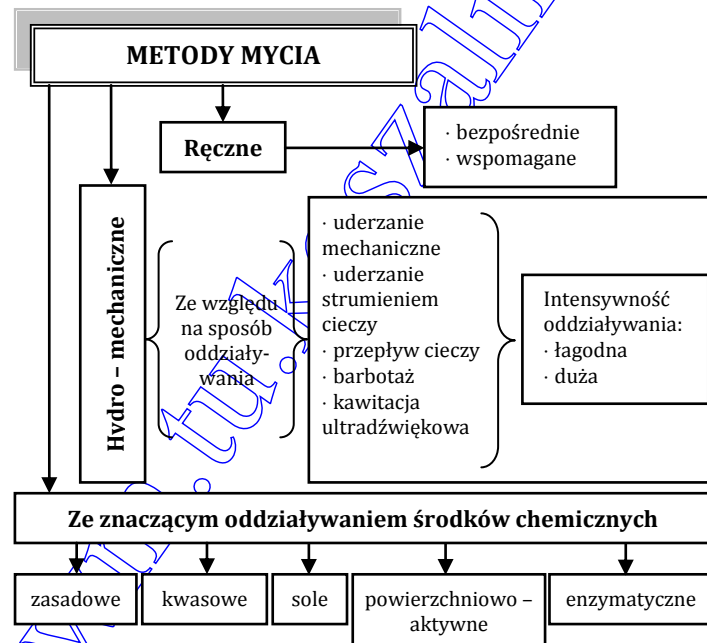
Fig. 2. Sinner's wheels of the cleaning factors: M – mechanical factors, Ch – chemical effect, Cz – time, T – temperature. a) balanced; b) balanced with less expenditure of energy, with an indication of active affecting factor; c) mechanical; d) a chemical; e) temperature; f) of the time

Rysunki a i b symbolizują zrównoważone oddziaływanie poszczególnych czynników. Jednocześnie, pola kół (lub promienie), mogą określać różnice zużytej energii lub kosztów porównywanych metod mycia. Poprzez proporcje wycinków koła, można obrazować istotność lub udział poszczególnych czynników. Mycie w myjkach szczotkowych, gdzie bardzo aktywnie oddziałuje czynnik mechaniczny, może symbolizować rysunek 2c. Przykład mycia za pomocą aktywnych środków chemicznych, przedstawia rysunek 2d. Mycie z dużym nakładem energii na grzanie cieczy myjącej, przy mniejszej aktywności pozostałych czynników ilustruje

rysunek 2e. Natomiast długotrwałe przetrzymywanie elementów mytych w basenach, pokazano na rysunku 2f.

Klasyfikacja metod mycia

Metody mycia wyróżnione ze względu na charakter oddziaływania czynników, mechanicznych i chemicznych przedstawiono na rysunek 3.



Rys. 3. Graf klasyfikacji metod mycia, ze względu na sposób oddziaływania na mytą powierzchnię

Fig. 3. The graph of cleaning methods classification due to the way of impact on cleaning surfaces

Globalnie, ze względu na sposób oddziaływania, wyróżniono mycie ręczne, mechaniczne i z istotnym oddziaływaniem czynnika chemicznego.

Mycie ręczne realizowane może być za pomocą skrobaków, szczotek, ścierek, ale może być wspomagane narzędziami zmechanizowanymi. Pracownik może posługiwać się narzędziami np. szczotką mechaniczną lub może wykorzystywać instalacje ciśnieniowe do nakładania piany lub żelu. Zwiększa to moc oddziaływania, w stosunku do możliwości fizycznych człowieka, ułatwia pracę, podnosi wydajność pracy i skuteczność mycia.

Mycie zawsze odbywa się z udziałem wody lub jej roztworów ze związkami chemicznymi. Zatem oddziaływanie na mytą powierzchnię należy określać, jako oddziaływanie **hydro - mechaniczne**. Ze względu na sposób mechanicznego oddziaływania, można wyróżnić pięć metod.

Mechaniczne ocieranie powierzchni, może być realizowane za pomocą obrotowych szczotek, stosowanych przykładowo w myjkach do obuwia, stanowiących wyposażenie służ sanitarnych dla pracowników. Inny sposób ocierania mechanicznego, to wzajemne ocieranie przedmiotów o siebie i o ścianki. Ruch przedmiotów względem siebie, wywołany może być w obrotowych bębnach. Łagodne lub intensywne oddziaływanie regulować można prędkością obrotową bębna. Mycie przez intensywne samoocieranie mytych elementów oraz ocieranie o ścianki, prowadzone jest m.in.

w myjkach cylindrycznych z obrotową tarczą dna. Tarcza dna, obracając się z prędkością kilkaset obrotów na minutę, wprawia w intensywny ruch znajdujące się w cylindrycznym zbiorniku przedmioty, które ocierają się wzajemnie o siebie oraz o ścianki obrotowej tarczy i cylindra. Intensywność ocierania zwiększa się przez wykonanie chropowatych, twardych powierzchni wewnętrznych cylindra i obrotowej tarczy dna. Tą metodę stosuje się przykładowo do mycia surowców okopowych oraz do mycia ryb (Lewicki 1982, Chwiej 1984).

Bardzo powszechne jest mycie za pomocą strumienia cieczy myjącej. Wyróżnić tu można, mycie za pomocą głowic myjących, zainstalowanych na stałe w urządzeniach podlegających myciu (np. w zbiornikach) oraz dysze zainstalowane w przenośnych lancach agregatów myjących. Zależnie od ciśnienia wytworzonego w dyszy głowicy myjącej, wyróżnia się mycie normalne (niskociśnieniowe) – ciśnienie do 25 barów i wysokociśnieniowe – kiedy ciśnienia wynoszą powyżej 100 barów. Za pomocą ciśnienia, w dyszy o średnicy rzędu milimetra, wytwarza się strumień cieczy o prędkości przepływu od kilkunastu do kilkudziesięciu metrów na sekundę. Strumień cieczy uderzając w powierzchnię usuwa z niej zanieczyszczenia (Piątkiewicz 1994; Piepiórka i in. 2009). Mycie strumieniem cieczy jest skuteczną metodą usuwania zanieczyszczeń mocno przywierających do powierzchni np. osadów kamienia kotłowego.

Przepływ cieczy wzdłuż powierzchni, może odbywać się przez swobodne (grawitacyjne) spływanie po ścianie – splukiwanie lub jako przepływ wymuszony za pomocą pompy. Swobodny przepływ, może być skuteczny tylko do zanieczyszczeń słabo związanych z powierzchnią. Intensywne mycie wymaga przepływu z dużą prędkością. Zalecany jest przepływ zapewniający burzliwość określaną liczbą Reynoldsa $Re > 10000$. Taki przepływ umożliwia zrywanie przez ciecz myjącą zabrudzeń z mytej powierzchni, a następnie turbulencja przepływu utrzymuje cząsteczki zanieczyszczeń w toni cieczy przeciwdziałając, ich osadzeniu się. W warunkach intensywnego przepływu, myte są rurociągi i urządzenia technologiczne przepływowe, takie jak: wirówki, wymienniki ciepła, dozowniki (Diakun, Mierzejewska 2007; Christian, Fryer 2003; Piepiórka-Stepuk 2011).

Barbotaż realizowany jest poprzez przedmuchiwanie gazu (najczęściej powietrza) przez ciecz w zbiorniku. Przemieszczające się w cieczy pęcherze gazu powodują intensywny ruch cieczy i usuwanie zabrudzeń. Mycie barbotażowe jest skuteczne zwłaszcza do higienizacji przedmiotów o złożonej konfiguracji powierzchni, np. form serowarskich. Powoduje usuwanie zanieczyszczeń, nawet mocno związanych z powierzchnią. Jednocześnie jest metodą, którą można zastosować do delikatnych powierzchni i materiałów np. szkła a nawet owoców miękkich (Tabiś 2003).

Kawitacja, jako zjawisko implozyjnego zapadania się mikro-pęcherzyków próżniowych, jest bardzo intensywną formą oddziaływania na powierzchnię. Proces tworzenia i zapadania się mikro-pęcherzyków występuje z częstotliwością rzędu kilku kiloherców (kHz) generując w mikroprzestrzeni napięcia powierzchniowe rzędu 300 MPa. Takie wartości ciśnienia, przy odpowiednio dużej gęstości ich powstawania, doprowadzają do destrukcji nawet bardzo wytrzymałe materiały. Generowanie kawitacji za pomocą głowic ultradźwię-

kowych jest skuteczną metodą usuwania nawet bardzo mocno związanych z powierzchnią zabrudzeń. Może być stosowane do mycia przedmiotów o złożonych kształtach.

Środki chemiczne są obecnie uznawane za zasadniczy czynnik oddziaływania w procesie mycia. Podstawowymi związkami chemicznymi stosowanymi do przygotowania roztworów myjących są zasady, głównie zasada sodowa (NaOH), działająca na zabrudzenia białkowe i tłuszczowe. Środki myjące kwaśne (zwłaszcza na bazie kwasu azotowego i fosforowego) stosowane są do usuwania zanieczyszczeń mineralnych m.in. kamienia kotłowego oraz do zubożniania środków zasadowych. Sole są stosowane, jako środki dezynfekcyjne (np. sole amonowe). W przypadku mocnych zanieczyszczeń tłuszczowych oraz do zmniejszenia napięcia powierzchniowego wody, aby zwiększyć jej penetracyjność, zalecane są związki powierzchniowo aktywne. Do zabrudzeń o złożonej strukturze fizykochemicznej i biologicznej skuteczne jest stosowanie środków enzymatycznych. Mają one powolne, ale skuteczne działanie np. w stosunku do brudu w postaci biofilmu odpornego na proste oddziaływania chemiczne (Chen i in. 1998; Chmielewski, Frank 2003; Mercadé-Prieto i in. 2005; Fillery, McQuillan 2006; Piepiórka 2008).

Ze względu na organizację, wyróżniono dwie grupy klasyfikujące metody mycia: pierwsza, uwzględniająca rodzaj obiektów poddawanych myciu oraz druga, sposób sterowania procesem. Powyższy podział przedstawiono na rysunku 4.



Rys. 4. Graf klasyfikacji metod mycia ze względu na organizację

Fig. 4. The graph of cleaning methods classification due to the organization

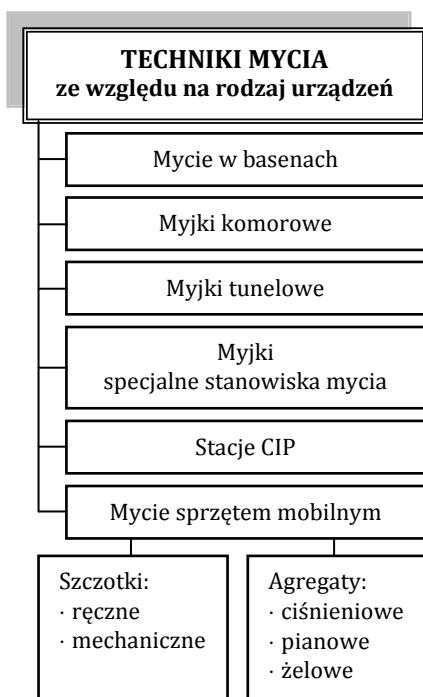
Jeżeli ilość przedmiotów lub obiektów poddawanych myciu jest niewielka, to traktowane są one indywidualnie. Może to dotyczyć małych elementów maszyn lub narzędzi. Częściej jednak, są to duże obiekty, takie jak maszyny, wózki technologiczne. Duża ilość takich samych obiektów, przy indywidualizacji ich miejsca, myta jest potokowo, w odpowiednio przystosowanych do tego myjkach, wyposażonych w przenośniki. W takim systemie myte są przykładowo butelki, pojemniki na mięso lub zastawa stołowa. Dużą ilość podobnych, niewiele różniących się między sobą gabarytowo przedmiotów, można myć również bez indywidualizacji ich miejsca np. elementy maszyn w basenach, jabłka w korytach spławnych lub kije wędzarnicze w myjkach bębnowych.

Urządzenia do mycia mogą być sterowane bezpośrednio przez operatora, który za pomocą przycisków, dźwigni, pokręteł, reguluje dopływ ilości czynników np. pary wodnej, wody lub innej cieczy myjącej oraz zwiększa lub

zmniejsza prędkość elementów roboczych. Wyższy stopień technicznej organizacji, to zastosowanie sterowników automatyki. Operator ogranicza swe czynności do załączania, wyłączania i nastawiania wartości, a parametry pracy tj. temperatura czynnika, stężenie środka myjącego itp., kontrolowane są i utrzymywane za pomocą systemu automatyki. Najwyższy stopień organizacji to sterowanie komputerowe (mikroprocesorowe). Operator wybiera wersję programu, który następnie realizowany jest według procedury zapisanej w pamięci komputera. System kontroluje parametry pracy i warunki realizacji procesu mycia, łączy kolejne czynności oraz archiwizuje dane.

Techniki mycia

Rodzaj zastosowanego sprzętu i urządzeń do mycia określić można, jako techniki mycia. Klasyfikacje zobrazowano na rysunku 5.



Rys. 5. Graf klasyfikacji mycia ze względu na rodzaj urządzeń
Fig. 5. The graph of cleaning classification due to the type of equipment

Jedne z prostszych urządzeń do mycia, to baseny, pojemniki, zlewozmywaki. Służą one przede wszystkim, jako zbiorniki cieczy myjącej. Mycie może być prowadzone przez odmańnię, ręcznie lub uaktywniające oddziaływanie cieczy barbotażem lub kawitacją ultradźwiękową. W myjkach komorowych, przedmioty poddawane myciu, załadowywane są do przestrzeni, która jest następnie zamykana. Komora mycia wyposażona jest w głowice lub wirniki, z których pod ciśnieniem poprzez dysze, tworzone są strumienie cieczy myjącej. Myjki tunelowe to przelotowe komory mycia wyposażone w przenośnik. W myjkach komorowych, jednorazowy wsad mytych przedmiotów, poddawany jest poszczególnym operacjom mycia (płukanie wstępne, mycie wstępne, mycie zasadnicze, płukanie, osuszanie, dezynfekcja) w kolejnych krokach czasowych. W myjkach tunelowych, w poszczególnych sekcjach na długości tunelu zachodzą jednocześnie wszystkie operacje mycia, którym poddawane są przedmioty w trakcie przemieszania (Piepiórka i in. 2009). W szczególnych przypad-

kach lub do specyficznych zastosowań, budowane są specjalne stanowiska mycia. Takimi przykładowymi stanowiskami są myjki obuwia, instalowane w służach higienicznych dla pracowników. Inny przykład to maszyny do czyszczenia i mycia jelit. Urządzenia połączone w rurowe instalacje technologiczne oraz pojedyncze urządzenia, myte są bez demontażu, na miejscu (Cleaning In Place – CIP), za pomocą specjalnych stacji mycia. Stacja taka, to zespół zbiorników na roztwory myjące, wyposażonych w podgrzewacze i mieszadła, pompy, rurociągi z zaworami wyposażonymi w układ sterowania. Stacja CIP podłączona do instalacji lub urządzenia technologicznego realizuje mycie według określonej procedury programowej, przetłaczając ciecz myjącą przez przestrzenie robocze urządzeń i rur instalacji. Do wspomagania mycia ręcznego, oferowana jest bardzo bogata gama sprzętu przenośnego. Mogą to być szczotki mechaniczne oraz specjalne agregaty do mycia silnym strumieniem cieczy, umożliwiające nakładanie na myte powierzchnie środka myjącego w postaci piany lub żelu (Douglas 2001).



Rys. 6. Metody i techniki mycia urządzeń i instalacji technologicznych
Fig. 6. Methods and techniques of washing machines and installations

Specyficznymi obiektami mycia, są urządzenia i instalacje technologiczne. Mogą być one myte dwoma metodami. Ze wstępnym demontażem i przenoszeniem koniecznych do mycia elementów na stanowiska mycia. Tą metodą określa się nazwą Cleaning Out Place (COP). Jest to metoda pracochłonna i uciążliwa, ze względu na bezpośredni kontakt pracowników z agresywnymi środkami myjącymi. Nowoczesna metoda, to mycie bez demontażu, na miejscu – Cleaning In Place (CIP). Ciecze myjące przygotowywane są w zbiornikach stacji mycia, a mycie następuje w wyniku ich przepływu przez wewnętrzne przestrzenie urządzeń i rurociągów. Ciecz myjąca krąży w obiegu zamkniętym i jest wielokrotnie wykorzystywana w procesie mycia. Tylko w przypadku bardzo mocnych zabrudzeń lub, gdy nie można zamknąć obiegu czynnika myjącego, następuje jej jednokrotne wykorzystanie, wówczas jednak jest to obieg otwarty (Chen i in. 2003).

Podsumowanie

Mycie w przemyśle spożywczym dotyczy bardzo wielu obiektów zróżnicowanych, co do postaci, ilości i wielkości. Myte obiekty, ze względu na ten podział, jak również ze względu na ich charakterystykę materiałowo – techniczną, wymagają stosowania specyficznych technik mycia i oddziaływania czynników myjących. Spośród tych podstawowych, wyróżnia

się m.in. oddziaływania mechaniczne, chemiczne, temperaturowe oraz czas trwania procesu. Ze względu na wzajemne relacje tych czterech podstawowych czynników mycia, w stosunku do siebie, można podzielić techniki mycia, m.in. dominujący czynnik hydro – mechaniczny jest charakterystyczny dla techniki mycia w przepływie. W ten sposób, można podzielić istniejące techniki mycia w zakładach przemysłu spożywczego, realizowane za pomocą zróżnicowanego sprzętu. Jednak główny kierunek rozwoju techniki, dotyczy mycia całych instalacji technologicznych i poszczególnych urządzeń metodą CIP (Cleaning In Place), z zastosowaniem komputerowych technik programowania, nadzorowania i archiwizowania danych.

Bibliografia

1. Changani S.D., Belmar-Beiny M.T., Fryer P.J. 1997. *Engineering and chemical factors associated with fouling and cleaning in milk processing*. Experimental Thermal and Fluid Science, 14, 392–406.
2. Chen M.J., Zhang Z., Bott T.R. 1998. *Direct measurement of the adhesive strength of biofilms in pipes by micromanipulation*. Biotechnology Techniques, 12, 875–880.
3. Chen X.D., Özkan N., Qin F., Xin H., Lin L. 2003. *An effective CIP procedure for removing dairy protein based deposit – a laboratory investigation*. Heat Exchanger Fouling and Cleaning: Fundamentals and Applications, 44, 323–327.
4. Chmielewski R.A.N., Frank J.F. 2003. *Biofilm formation and control in food processing facilities*. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 2, 22–32.
5. Christian G.K., Fryer P.J. 2003. *The balance between chemical and physical effects in the cleaning of milk fouling deposits, in Heat Exchanger Fouling and Cleaning*. Heat Exchanger Fouling and Cleaning: Fundamentals and Applications, 23, 165–174.
6. Chwiej M. 1984. *Aparatura przemysłu spożywczego*. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa.
7. de Jong P., van der Horst H. C., Waalewijn R. 1998. *Reduction of protein and mineral fouling*. Fouling and Cleaning in Food Processing, 39–46.
8. Diakun J., Mierzejewska S. 2007. *Wpływ oddziaływania czynników mechanicznych na skuteczność mycia*. Inżynieria Rolnicza, 5(93), 53–62.
9. Diakun J., Mierzejewska S. 2004. *Analiza techniczna stacji CIP oferowanych na polskim rynku*. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 2, 55–58.
10. Douglas J. 2001. *Review of practices for cleaning and sanitation of milking machines*. Paper written for presentation at the NRAES the Milking Systems and Parlors Conference.
11. Fillery J.S., McQuillan A.J. 2006. *Laboratory scale Clean-In-Place (CIP) studies on the effectiveness of different caustic and acid wash steps on the removal of dairy biofilms*. International Journal of Food Microbiology, 106, 254–262.
12. Fryer P.J., Asteriadou K. 2009. *A prototype cleaning map: A classification of industrial cleaning processes*. Trends in Food Science & Technology, 20, 255–262.
13. Harrington J. 2001. *Industrial Cleaning Technology*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London.
14. Kunze W. 2010. *Technology Brewing and Malting*. VLB Berlin. ISBN: 978-3-921690-64-2.
15. Lewicki P.P. 1982. *Inżynieria procesowa i aparatura przemysłu spożywczego*. Wydawnictwo Naukowo Techniczne, Warszawa. ISBN: 83-204-3227-8.
16. Mercadé-Prieto R., Chen X.D., Falconer R.J., Paterson W.R., Wilson D.I. 2005. *The poor performance of NaOH in the dissolution of whey protein gels at very high pH*. Heat Exchanger Fouling and Cleaning – Challenges and Opportunities, 24, 158–164.
17. Mercadé-Prieto R., Paterson W.R., Wilson D.I. 2007. *The science of cleaning of dairy fouling layers*. Heat Exchanger Fouling and Cleaning VII, 17, 119–127.
18. Mrożewski S., Chwiej M. 1986. *Urządzenia i aparatura w przemyśle owocowo – warzywnym*. Polskie Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
19. Özbay A., Demirer G.N. 2007. *Cleaner production opportunity assessment for a milk processing facility*. Journal of Environmental Management, 84, 484–493.
20. Piatkiewicz W. 1994. *Mycie zewnętrzne w przemyśle spożywczym*. Przegląd Mleczarski, 8, 203–205.
21. Piepiórka J. 2008. *Mycie w systemie CIP – Analiza zanieczyszczeń oraz dobór środków myjąco – dezynfekujących – cz. II*. Przemysł Spożywczy, 2.
22. Piepiórka J., Diakun J. 2007. *Mycie w systemie CIP*. Przemysł Spożywczy, T. 61, 10, 40–44.
23. Piepiórka J., Diakun J., Kubiak M.S., Sencio M. 2009. *Techniki mycia stosowane w przemyśle mięsnym*. Gospodarka Mięsna, 4.
24. Piepiórka-Stepuk J. 2011. *Metody mycia stosowane w przemyśle mleczarskim*. Przemysł Spożywczy, nr 4.
25. Tabiś B. 2003. *The conditions for anoxia of microorganisms in aerobic biodegradation in a bubble reactor*. Przemysł Chemiczny, T. 82, 10, 1395–1399.
26. Wilson D.I. 2003. *Challenges in Cleaning: Recent Developments and Future Prospects*. Heat Exchanger Fouling and Cleaning: Fundamentals and Applications, 21, 148–157.

Jarosław Diakun

Katedra Procesów i Urządzeń Przemysłu Spożywczego
Politechnika Koszalińska
jaroslaw.diakun@tu.koszalin.pl

Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2010 – 2011, jako projekt badawczy Nr N N313 13683